

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : H01M 10/50, 10/28	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 94/02969 (43) Date de publication internationale: 3 février 1994 (03.02.94)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/00767</p> <p>(22) Date de dépôt international: 27 juillet 1993 (27.07.93)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 92/09232 27 juillet 1992 (27.07.92) FR</p> <p>(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): BERTIN & CIE [FR/FR]; 59, rue Pierre-Curie, Z.I. des Gâtines, F-78373 Plaisir (FR). SOCIÉTÉ DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS ELECTROCHIMIQUES SORAPEC [FR/FR]; 192, avenue Carnot, F-94124 Fontenay-sous-Bois Cédex (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : LEVEQUE, Jean [FR/FR]; 40, place des Bordes, F-78760 Pontchartrain (FR). VIGARIE, Michel [FR/FR]; 10, allée des Bruyères, Auffargis, F-78610 Le Perray-en-Yvelines (FR). LAPAUTRE, Michel [FR/FR]; 1, rue du Belvédère, F-92410 Ville-d'Avray (FR).</p>	<p>(74) Mandataires: DE BOISSE, L., A. etc. ; Cabinet de Boisse, 37, avenue Franklin-D.-Roosevelt, F-75008 Paris (FR).</p> <p>(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: ELECTRICAL ACCUMULATOR BATTERY WITH A COOLING SYSTEM, AND ASSEMBLY COMPRISING SAME

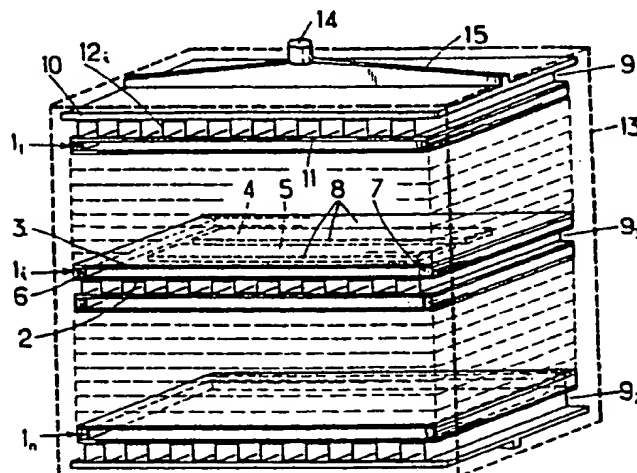
(54) Titre: BATTERIE D'ACCUMULATEURS ELECTRIQUES EQUIPEE DE MOYENS DE REFROIDISSEMENT ET ENSEMBLE DE TELLES BATTERIES

(57) Abstract

A battery with a stack of series-connected bipolar flat accumulator cells (1_1 - 1_n), and at least one heat radiator element (9_1 , 9_2 , 9_3) adjacent to at least one accumulator cell of the stack, and defining flow passage for an electrically non-conductive cooling fluid for extracting from the battery the heat released by the accumulator cells (1_1 - 1_n), said radiator element (9_1 , 9_2 , 9_3) being made of an electrically conductive material in electrical contact with the adjacent accumulator element(s) in such a way that it does not disrupt the series connection of the accumulator cells in the stack.

(57) Abrégé

La batterie comprend un empilage d'éléments (1_1 à 1_n) d'accumulateurs plats bipolaires électriquement connectés en série, au moins un élément (9_1 , 9_2 , 9_3) de radiateur de chaleur accolé à au moins un élément d'accumulateur de l'empilage, cet élément de radiateur (9_1 , 9_2 , 9_3) délimitant un passage de circulation pour un fluide de refroidissement non conducteur de l'électricité et propre à extraire de la batterie un dégagement de chaleur en provenance des éléments d'accumulateur (1_1 à 1_n), l'élément de radiateur (9_1 , 9_2 , 9_3) étant lui-même constitué en un matériau conducteur de l'électricité en contact électrique avec le ou les éléments d'accumulateur adjacents de manière à ne pas perturber la connexion en série des éléments d'accumulateur de l'empilage.



**BATTERIE D'ACCUMULATEURS ELECTRIQUES EQUIPEE DE MOYENS DE
REFROIDISSEMENT ET ENSEMBLE DE TELLES BATTERIES**

La présente invention est relative à une batterie d'accumulateurs électriques équipée de moyens de refroidissement et, plus particulièrement, à un ensemble
5 de telles batteries conçu notamment pour l'alimentation en énergie d'un véhicule automobile à propulsion électrique.

On connaît un élément d'accumulateur électrique dit "cadmium-nickel" constitué par une électrode positive plane garnie d'une couche d'hydroxyde de nickel, une électrode négative plane garnie d'une couche d'oxyde de cadmium,
10 le tout étant imprégné de potasse constituant l'électrolyte. De tels éléments bipolaires sont susceptibles de délivrer chacun une différence de potentiel de 1,2 volt par exemple. Ils peuvent être empilés les uns sur les autres de manière à être électriquement connectés en série pour que les différences de potentiel établies par chaque élément s'ajoutent les unes aux autres.

15 On peut ainsi constituer des batteries d'accumulateur très robustes, étanches, supportant sans dommage de fortes intensités de charge et de décharge. On envisage donc actuellement l'utilisation de telles batteries pour l'alimentation de véhicule propulsé par un ou plusieurs moteurs électriques.

Lors de la charge ou de la décharge d'une batterie constituée de plusieurs
20 dizaines d'éléments tels que décrits ci-dessus, on observe un dégagement de chaleur important dans la masse de la batterie. Ce dégagement est dû à la fois à des réactions électrochimiques exothermiques qui se développent dans les éléments et à un effet Joule, résultant du passage du courant électrique, dans les diverses couches des éléments. On a ainsi pu évaluer à quelques dizaines de
25 W/dm³ ce dégagement de chaleur, notamment en fin de charge, dans le cas d'une batterie d'une capacité de 50 Ah sous 48 Volts, par exemple. Celui-ci est trop important pour pouvoir se dissiper par conduction et convection thermiques naturelles sans élévation exagérée de la température de la batterie. Il provoque donc des échauffements différentiels de la matière active des éléments de la
30 batterie, constituée par l'hydroxyde de nickel, l'oxyde de cadmium et l'électrolyte. La matière active ne délivre plus alors une densité de courant constante sur toute la surface d'un élément accumulateur. On a observé que les

gradients de densité de courant que l'on relève sur cette surface peuvent provoquer à la longue des déformations des éléments accumulateurs et donc une détérioration de la batterie.

La présente invention a donc pour but de réaliser une batterie
5 d'accumulateurs électriques du type décrit ci-dessus, équipée de moyens permettant de dissiper l'énergie calorifique que dégage le fonctionnement de la batterie notamment en phase de charge, ceci en contrôlant l'évolution de la température de la matière active des éléments et en maintenant une température pratiquement uniforme dans chaque élément d'accumulateur afin d'éviter
10 l'apparition de gradients de densité de courant sur la surface d'un élément quelconque.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec une batterie d'accumulateurs électriques, comprenant un empilage d'éléments d'accumulateur plats bipolaires
15 et électriquement connectés en série, cette batterie étant remarquable en ce qu'elle comprend au moins un élément de radiateur de chaleur accolé à au moins un élément d'accumulateur de l'empilage, cet élément de radiateur délimitant un passage de circulation pour un fluide de refroidissement non conducteur de l'électricité et propre à extraire de la batterie un dégagement de
20 chaleur en provenance des éléments d'accumulateur, l'élément de radiateur étant lui-même constitué en un matériau conducteur de l'électricité en contact électrique avec le ou les éléments d'accumulateur adjacents de manière à ne pas perturber la connexion en série des éléments d'accumulateur de l'empilage.

Grâce aux éléments de radiateur incorporés à l'empilage d'éléments
25 d'accumulateur, on parvient à maintenir la batterie à une température homogène partout inférieure à une température prédéterminée permettant d'éviter une dégradation de la structure de la batterie et de ses performances.

Suivant l'invention les éléments d'accumulateur sont de forme rectangulaire et chaque élément de radiateur est généralement conforme aux
30 éléments d'accumulateur et constitué de deux feuilles métalliques planes parallèles et séparées par des moyens pour orienter la circulation du fluide de refroidissement entre ces deux feuilles, parallèlement aux petits côtés de ces

feuilles, le fluide de refroidissement entrant et sortant de l'élément entre des grands côtés en regard de celles-ci.

Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens d'orientation sont constitués par une feuille métallique pliée suivant une surface
5 à génératrices parallèles s'appuyant sur une directrice à forme d'onde périodique d'amplitude égale à la distance séparant les deux feuilles métalliques planes de l'élément de radiateur, avec lesquelles la feuille métallique pliée est en contact électrique.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront
10 à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective de la batterie d'accumulateurs suivant la présente invention,
- les figures 2, 3 et 4 sont des vues partielles en coupe de trois modes de
15 réalisation d'éléments de radiateur incorporables à la batterie de la figure 1,
- la figure 5 est un schéma en coupe de la batterie de la figure 1, faisant apparaître sa connexion à des moyens d'alimentation en fluide de refroidissement, et
- la figure 6 est un schéma d'implantation d'un ensemble de batteries
20 suivant l'invention, permettant leur connexion à une source unique de fluide de refroidissement.

Sur la figure 1 du dessin annexé, il apparaît que la batterie suivant l'invention est constituée par un empilage d'éléments d'accumulateur ($1_1, \dots 1_n, \dots 1_n$) qui, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, peuvent être du type
25 "cadmium-nickel". On sait qu'un tel élément d'accumulateur comprend alors une matière active constituée d'une couche d'hydroxyde de nickel déposée sur une feuille métallique 2 (voir l'élément 1_1) pour former une électrode positive, d'une couche d'oxyde de cadmium déposée sur une feuille métallique 3 placée en regard de la feuille 2 pour former une électrode négative, les deux couches
30 baignant dans un électrolyte constitué par de la potasse.

Suivant l'invention, on donne aux feuilles métalliques et à l'élément une forme plate rectangulaire permettant de constituer des batteries

parallélépipédiques que l'on peut regrouper dans des ensembles compacts, comme on le verra plus loin.

Suivant une caractéristique des éléments d'accumulateur de la batterie selon l'invention, la matière active est constituée par un ensemble comprenant
5 deux couches coplanaires 4,5 rectangulaires écartées l'une de l'autre et un textile porteur de l'électrolyte. Des joints d'étanchéité ferment l'espace situé entre les deux feuilles 2,3, en suivant les contours superposés de ces deux feuilles (à la figure 1 seuls les joints 6,7 suivant les petits côtés des contours sont représentés pour la clarté du dessin).

10 La matière active a une épaisseur totale égale à la distance des faces en regard des feuilles 2,3. Les deux couches 4,5 sont dimensionnées et écartées l'une de l'autre de manière à ménager autour de chacune, dans l'élément 1, par exemple, un volume ou espace de rétention 8 pour de l'oxygène qui se dégage de la matière active pendant la charge de l'élément. Cet espace permet de
15 limiter la montée en pression de l'élément lors de ce dégagement d'oxygène. En outre, la présence d'un canal central entre les deux couches facilite le dégagement d'oxygène en réduisant la distance à parcourir par l'oxygène pour atteindre le volume de rétention.

Un tel élément dégage de la chaleur, aussi bien pendant la charge de la
20 batterie que pendant sa décharge. Le dégagement de chaleur en fin de charge est particulièrement important et l'expérience montre qu'on ne peut compter sur un refroidissement par conduction et convection naturelles de la batterie pour maintenir la température de celle-ci, en tous points, à une valeur permettant d'éviter l'apparition de gradients dans la densité du courant qui passe d'un
25 élément d'accumulateur à un élément adjacent dans l'empilage. De tels gradients provoquent des déformations de la structure de la batterie et une dégradation de ses performances. Des études ont montré que, pour prévenir une telle dégradation dans une batterie à éléments d'accumulateur cadmium-nickel, il faut maintenir la température dans cette batterie à une valeur aussi uniforme que
30 possible et inférieure en tout état de cause à 65°C.

Suivant la présente invention, on satisfait à ces conditions en incorporant à la batterie un ou plusieurs éléments de radiateur tels que 9₁, 9₂, 9₃ permettant

d'établir une convection forcée au niveau d'au moins une face d'élément d'accumulateur. Dans un mode de réalisation de l'invention proposé à titre d'exemple, on dispose les éléments de radiateur 9_1 et 9_2 en haut et bas de l'empilage, respectivement (voir point de vue de la figure 1). Quand le nombre
5 des éléments d'accumulateur est important, par exemple de l'ordre de 40 auquel cas l'échauffement de la batterie en fin de charge est particulièrement important, on dispose un élément de radiateur supplémentaire tel que 9_3 à mi-hauteur de l'empilage.

Chaque élément de radiateur est avantageusement sensiblement conforme
10 aux éléments d'accumulateur de l'empilage. C'est ainsi que l'on constitue un élément de radiateur d'extrémité d'empilage, tel que 9_1 , avec des feuilles métalliques 10 et 11 rectangulaires et des moyens d'orientation 12 d'un fluide de refroidissement mis en circulation forcée entre ces feuilles. On remarquera
15 que la feuille 11 est commune à l'élément de radiateur 9_1 et à un élément d'accumulateur 1, adjacent. Les moyens d'orientation comprennent une pluralité de cloisons 12, parallèles et adjacents, disposées entre les feuilles 10 et 11 parallèlement aux petits côtés de l'élément de radiateur rectangulaire 9_1 . On comprend qu'un fluide de refroidissement mis en circulation forcée entre les
20 feuilles 10 et 11, entre deux grands côtés en regard de ces feuilles ressort, réchauffé par les calories reçues des éléments d'accumulateur adjacents, entre les deux autres grands côtés opposés de ces feuilles, les cloisons 12, provoquant avantageusement un écoulement unidirectionnel de fluide dans l'élément de radiateur, favorable au rendement de cet élément.

Suivant la présente invention, on améliore encore ce rendement en
25 empêchant toute déperdition de chaleur par les faces latérales de la batterie. A cet effet, l'ensemble des éléments de cette batterie est disposé à l'intérieur d'une enveloppe 13 schématisée en trait interrompu à la figure 1, enveloppe constituée en un matériau isolant thermiquement ou munie de moyens d'isolement thermique (non représentés) sur ses faces latérales. On favorise ainsi le transfert
30 de chaleur dans la batterie suivant une direction normale au plan des feuilles métalliques rectangulaires et donc à des écoulements de fluide de refroidissement, de l'air par exemple, mis en circulation dans les éléments de

radiateur. Cette orthogonalité est très favorable à l'amélioration du rendement de ces éléments de radiateur et donc au refroidissement de la batterie.

On peut réaliser commodément un élément de radiateur, comme cela apparaît sur la vue en coupe transversale de la figure 2, à l'aide d'une feuille
5 métallique 12' pliée de manière à présenter une surface réglée à génératrices parallèles s'appuyant sur une directrice en forme d'onde périodique, par exemple en créneaux comme représenté à cette figure. Des cordons de soudure tels que 22 permettent d'assembler cette feuille pliée à deux feuilles métalliques 2,3 adjacentes.

10 L'ensemble de l'élément de radiateur étant réalisé en métal, par exemple en feuillard de nickel, on comprend qu'un élément assure une conduction électrique parfaite entre les deux éléments d'accumulateur qu'il sépare ou entre un élément d'accumulateur et un collecteur de courant tel que celui repéré (10, 14, 15) sur la figure 1. L'élément de radiateur est ainsi, du point de vue
15 électrique, "transparent".

Suivant l'invention on alimente les éléments de radiateur avec un fluide de refroidissement non conducteur de l'électricité, tel que de l'air par exemple. Ainsi le courant d'air de refroidissement qui traverse chaque élément de radiateur ne provoque aucun effet de shunt vis-à-vis du courant qui traverse les
20 éléments d'accumulateur de la batterie.

On remarquera que l'élément de radiateur constitué comme décrit ci-dessus permet, à la fois, d'orienter le passage de l'air dans l'élément en ménageant une surface d'échange maximum grâce aux cloisons 12, de transmettre le courant électrique par ces mêmes cloisons, de manière homogène
25 sur toute la surface des feuilles métalliques sans perturber l'uniformité recherchée de la densité de courant sur ces feuilles grâce à une résistivité transversale uniforme s'opposant à l'apparition de courants transversaux, et d'assurer à l'élément une résistance mécanique suffisante grâce à l'effet de raidissement obtenu par les cloisons 12, ou par le pliage de la feuille
30 intermédiaire. A cet égard, il faut noter que la pression interne dans une telle

batterie peut atteindre 3 bars et que l'élément de radiateur doit pouvoir résister à une telle pression. Ainsi donc la structure choisie pour cet élément s'avère avantageuse du triple point de vue thermique, électrique et mécanique.

On a représenté à la figure 3 du dessin annexé une vue en coupe d'une
5 variante de l'élément de radiateur de la figure 2. Le pliage de la feuille intermédiaire 12" présente une forme périodique en créneaux trapézoïdaux plutôt que rectangulaires. Bien entendu d'autres formes connues de surface réglée à périodicité spatiale pourraient être envisagées pour constituer un
10 élément de radiateur utilisable dans la batterie suivant l'invention. En variante encore, comme représenté à la figure 4, cet élément peut prendre la forme d'un groupe de profilés 12"', disposés parallèlement les uns aux autres dans un même plan entre deux feuilles ou plaques métalliques auxquelles ils sont connectés par des soudures 22' adéquates.

La collecte du courant de la batterie s'opère, aux deux extrémités de
15 l'empilage par des bornes telles que la borne 14 visible sur la figure 1. Suivant la présente invention, cette borne est avantageusement formée par exemple sur un collecteur de courant 15 de forme allongée, disposé en contact électrique avec la feuille ou plaque d'extrémité 10 ou formée d'une pièce avec elle de manière à constituer un presseur pour l'empilage d'éléments constituant la
20 batterie. Des moyens de liaison, à tirants par exemple, (non représentés) peuvent connecter les deux presseurs d'extrémité pour assurer la cohésion de l'empilage.

Suivant une caractéristique avantageuse de la batterie selon l'invention, l'axe du collecteur 15 est perpendiculaire aux cloisons 12,. Ainsi le courant traversant ces cloisons pour arriver sur la feuille ou plaque 10 avec une densité
25 de courant uniforme, est-il concentré par le collecteur 15 suivant des lignes de courant qui rejoignent ce collecteur parallèlement aux petits côtés de la feuille ou plaque 10 avant d'être rassemblées par le collecteur sur la borne 14. On passe ainsi progressivement de la distribution en surface du courant à une concentration ponctuelle de ce courant sans perturber l'uniformité recherchée
30 de la densité du courant sur la surface de la feuille 10.

A titre d'exemple non limitatif, on a réalisé une batterie suivant l'invention constituée de 40 éléments d'accumulateur cadmium-nickel disposés

en deux empilages de 20 éléments séparés par un élément de radiateur tel que l'élément 9₃ de la figure 1, les extrémités de l'ensemble étant garnies d'éléments de radiateur tels que 9₁ et 9₂ associés aux moyens de collecte du courant décrits ci-dessus. Chaque élément d'accumulateur délivre une tension de 1,2 volt, la surface de chaque élément étant d'environ 13 dm² de manière que la batterie présente une charge de 50 Ah, sous 48 volts. L'épaisseur d'un élément d'accumulateur est d'environ 2,6 mm, celle d'un élément de radiateur d'environ 6 mm ce qui donne à l'ensemble un encombrement global d'environ 620 mm x 280 mm sur une hauteur de 122 mm, cet encombrement ne tenant pas compte de celui des nécessaires moyens de connexion à une source d'un fluide non conducteur de l'électricité, tel que de l'air.

On a représenté schématiquement à la figure 5 un mode de réalisation de ces moyens de connexion, à titre illustratif et non limitatif. Les moyens représentés prennent la forme d'un connecteur 16 en "queue de carpe" établissant une liaison fluidique entre une entrée unique 17 et les trois éléments de radiateur de la batterie de la figure 1, à travers un répartiteur de pression 18 conduisant l'air directement aux éléments de radiateur sans refroidir les parois de la batterie. Une source d'air sous pression (non représentée) est connectée à l'entrée 17, notamment en période de charge de la batterie pour refroidir celle-ci en particulier en fin de charge quand le dégagement de chaleur intérieur à la batterie par réaction électrochimique exothermique et effet Joule peut atteindre quelques dizaines de W/dm³. L'air chargé des calories entraînées est dissipé dans l'environnement.

On a représenté à la figure 6, toujours à titre d'exemple seulement, un ensemble de 8 batteries telles que décrites ci-dessus. Cet ensemble génère l'énergie nécessaire à la chaîne de traction d'un véhicule de tourisme. L'usage d'une tension élevée réduit les masses du moteur et de la distribution électrique; de ce fait la connexion en série des batteries sera préférée et permettra d'atteindre 360 Volts dans le cas de notre exemple. Le refroidissement des 8 batteries à partir d'une source unique d'air, mis en pression en 19 et éventuellement conditionné en 20, peut s'opérer en connectant fluidiquement les éléments de radiateur des batteries, suivant deux séries parallèles des quatre

batteries, les batteries de chaque série étant connectées par des soufflets 21₁ à 21₆ comme représenté. L'encombrement en surface de l'ensemble de la figure 6 est d'environ 1500 x 1400 mm. On pourrait constituer un ensemble plus compact en disposant les huit batteries en deux lits superposés de quatre batteries. L'encombrement de l'ensemble est compatible avec l'espace disponible pour les batteries dans un véhicule automobile de tourisme. La source d'air sous pression nécessaire au refroidissement de la batterie peut être installée alors dans le local servant de garage au véhicule électrique, là où s'opère la recharge des batteries. Cette source d'air sous pression, un ventilateur par exemple, pourrait tout aussi bien être montée sur le véhicule.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. Ainsi l'invention permet de constituer l'alimentation électrique de diverses machines autres qu'un véhicule automobile. Les éléments d'accumulateur incorporés à la batterie suivant l'invention pourraient être d'un type autre que des éléments nickel-cadmium. En outre, dans certaines applications, on peut envisager d'utiliser un fluide de refroidissement autre que gazeux, liquide par exemple. Certaines huiles non conductrices de l'électricité pourraient être utilisées à cet effet.

REVENDICATIONS

1. Batterie d'accumulateurs électriques, comprenant un empilage d'éléments (1_1 à 1_n) d'accumulateur plats bipolaires électriquement connectés en série, au moins un élément ($9_1, 9_2, 9_3$) de radiateur de chaleur accolé à au moins
5 un élément d'accumulateur de l'empilage, cet élément de radiateur ($9_1, 9_2, 9_3$) délimitant un passage de circulation pour un fluide de refroidissement non conducteur de l'électricité et propre à extraire de la batterie un dégagement de chaleur en provenance des éléments d'accumulateur (1_1 à 1_n), l'élément de radiateur ($9_1, 9_2, 9_3$) étant lui-même constitué en un matériau conducteur de
10 l'électricité en contact électrique avec le ou les éléments d'accumulateur adjacents de manière à ne pas perturber la connexion en série des éléments d'accumulateur de l'empilage, batterie caractérisée en ce qu'elle comprend une enveloppe (13) comprenant des moyens d'isolation thermique des faces de l'empilage d'éléments d'accumulateur, de manière à favoriser une diffusion de
15 la chaleur engendrée dans ces éléments suivant une direction normale à ceux-ci.

2. Batterie conforme à la revendication 1, constituée d'éléments d'accumulateur de forme rectangulaire, caractérisée en ce que l'élément de radiateur est généralement conforme aux éléments d'accumulateur et constitué de deux feuilles métalliques planes (10, 11), parallèles et séparées par des
20 moyens (12, 12', 12'', 12''') pour orienter la circulation du fluide de refroidissement entre ces deux feuilles, parallèlement aux petits côtés de ces feuilles, le fluide de refroidissement entrant et sortant de l'élément entre des grands côtés en regard de celles-ci.

3. Batterie conforme à la revendication 2, caractérisée en ce que lesdits
25 moyens d'orientation sont constitués par une feuille métallique pliée (12', 12'') suivant une surface à génératrices parallèles s'appuyant sur une directrice à forme d'onde périodique d'amplitude égale à la distance séparant les deux feuilles métalliques planes (10, 11) de l'élément de radiateur avec lesquelles la feuille métallique pliée est en contact électrique.

30 4. Batterie conforme à la revendication 3, caractérisée en ce que ladite directrice a une forme d'onde en créneaux.

5. Batterie conforme à la revendication 2, caractérisée en ce que lesdits moyens d'orientation sont constitués par des profilés tubulaires (12'') agencés parallèlement les uns ~~et~~ autres dans un même plan entre les deux feuilles métalliques planes.

5 6. Batterie conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'elle comprend un élément de radiateur (9₁, 9₂) à chaque extrémité de l'empilage d'éléments d'accumulateur.

10 7. Batterie conforme à l'ensemble des revendications 3 et 6, caractérisée en ce qu'elle comprend un collecteur de courant (15) de forme allongée fixé sur chacun des éléments de radiateur d'extrémité (9₁, 9₃), perpendiculairement aux génératrices de la feuille pliée de l'élément de radiateur.

15 8. Batterie conforme à la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un élément de radiateur (9₃) placé entre deux éléments d'accumulateur, sensiblement au milieu d'empilage d'éléments d'accumulateur.

20 9. Batterie conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que chaque élément d'accumulateur comprend, entre deux feuilles métalliques rectangulaires, une matière active répartie en au moins deux couches (4, 5) coplanaires et écartées l'une de l'autre de manière à ménager autour des deux couches un volume de rétention (8) pour un gaz dégagé par la matière active.

25 10. Batterie conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que la matière active est répartie en deux couches rectangulaires (4, 5) identiques allongées parallèlement l'une à l'autre et aux grands côtés de l'élément d'accumulateur.

25 11. Batterie conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de connexion (16) des éléments de radiateur (9₁, 9₂, 9₃) à une source d'un fluide de refroidissement.

30 12. Batterie conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les éléments d'accumulateur sont du type cadmium-nickel et en ce que les éléments de radiateur sont réalisés en feuillard de nickel.

13. Ensemble de batteries conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 12, connectées électriquement en série, caractérisé en ce que les éléments de radiateur des batteries sont connectés suivant un montage série et/ou parallèle à une source de fluide de refroidissement.

